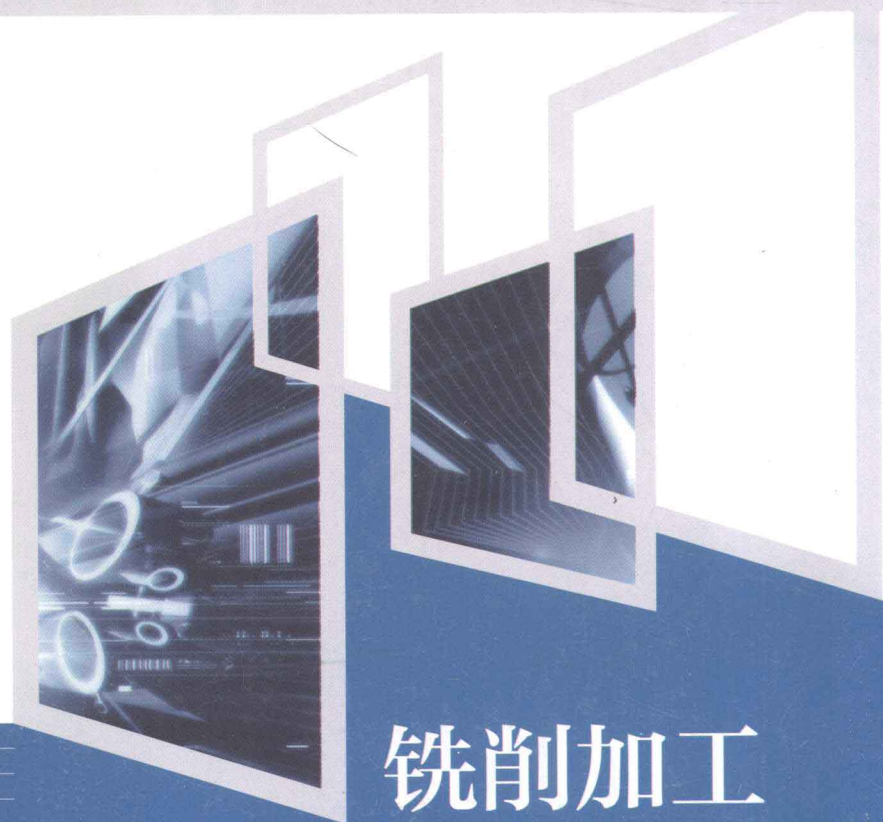




教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
机械加工技术专业师资培训包开发项目 (LBZD015)



铣削加工 技术与实训

教育部 财政部 组编

郑玉才 主编

邓春岩 梁忠平 执行主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS



教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
机械加工技术专业师资培训包开发项目（LBZD015）

铣削加工 技术与实训

Xixiao Jiagong Jishu yu Shixun

教育部 财政部 组编

郑玉才 主编

邓春岩 梁忠平 执行主编



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本书是教育部和财政部“中等职业学校教师素质提高计划”中“机械加工技术专业师资培训包开发项目(LBZD015)”的成果之一。

全书共设计了8个项目33个任务,内容包括普通铣削加工技术和数控铣削加工技术。除铣床、铣刀认识和基本操作与保养外,通过选取典型零件作为加工任务,按企业实际生产过程的需要,进行图样分析、材料加工特性的分析、选用加工机床的分析、装夹方式的确定与定位分析、选用加工刀具的分析以及加工参数的确定等。形成加工工艺卡,根据工艺卡编写程序卡,然后实施加工,并对加工后的质量进行分析与检验。普通铣削加工技术包括面的铣削加工、键与槽的铣削加工、孔的加工、离合器与刀具齿槽的加工、齿轮的加工等;数控铣削加工技术包括平面、台阶面零件的编程与加工,二维轮廓零件的编程与加工,槽类零件的编程与加工,三维轮廓零件的编程与加工,配合零件的编程与加工,薄壁零件的编程与加工,复杂轮廓零件的编程与加工,型腔类零件的编程与加工和孔结构零件的编程与加工等。

本书可作为中等职业技术学校机械加工技术专业教师进修培训教材,也可供中等职业学校和高等职业院校教师教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

铣削加工技术与实训 / 郑玉才主编; 教育部, 财政部组编. — 北京: 高等教育出版社, 2012. 1

教育部和财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
ISBN 978-7-04-033781-5

I. ①铣… II. ①郑… ②教… ③财… III. ①铣削—中等专业学校—师资培训—教材 IV. ①TG54

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第270173号

策划编辑 陈大力
插图绘制 尹莉

责任编辑 项杨
责任校对 金辉

封面设计 李卫青
责任印制 尤静

版式设计 杜微言

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
印刷 大厂益利印刷有限公司
开本 787 mm × 1092 mm 1/16
印张 27.25
字数 570千字
购书热线 010-58581118

咨询电话 400-810-0598
网址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
版次 2012年1月第1版
印次 2012年1月第1次印刷
定价 62.00元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换
版权所有 侵权必究
物料号 33781-00

教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
系列丛书

编写委员会

主任 鲁 昕
副主任 葛道凯 赵 路 王继平 孙光奇
成 员 郭春鸣 胡成玉 张禹钦 包华影 王继平(同济大学)
刘宏杰 王 征 王克杰 李新发

专家指导委员会

主任 刘来泉
副主任 王宪成 石伟平
成 员 翟海魂 史国栋 周耕夫 俞启定 姜大源
邓泽民 杨铭铎 周志刚 夏金星 沈 希
徐肇杰 卢双盈 曹 晔 陈吉红 和 震
韩亚兰

教育部 财政部中等职业学校教师素质提高计划成果
系列丛书

**机械加工技术专业师资培训包开发项目
(LBZD015)**

项目牵头单位 河北科技师范学院

项目负责人 郑玉才

出版说明

根据 2005 年全国职业教育工作会议精神和《国务院关于大力发展职业教育的决定》(国发[2005]35 号),教育部、财政部 2006 年 12 月印发了《关于实施中等职业学校教师素质提高计划的意见》(教职成[2006]13 号),决定“十一五”期间中央财政投入 5 亿元用于实施中等职业学校师资队伍建设相关项目。其中,安排 4 000 万元,支持 39 个培训工作基础好、相关学科优势明显的全国重点建设职教师资培养培训基地牵头,联合有关高等学校、职业学校、行业企业,共同开发中等职业学校重点专业师资培训方案、课程和教材(以下简称“培训包项目”)。

经过四年多的努力,培训包项目取得了丰富成果。一是开发了中等职业学校 70 个专业的教师培训包,内容包括专业教师的教学能力标准、培训方案、专业核心课程教材、专业教学法教材和培训质量评价指标体系 5 方面成果。二是开发了中等职业学校校长资格培训、提高培训和高级研修 3 个校长培训包,内容包括校长岗位职责和能力标准、培训方案、培训教材、培训质量评价指标体系 4 方面成果。三是取得了 7 项职教师资公共基础研究成果,内容包括中等职业学校德育课教师、职业指导和心理健康教育教师培训方案、培训教材,教师培训项目体系、教师资格制度、教师培训教育类公共课程、职业教育教学法和现代教育技术、教师培训网站建设等课程教材、政策研究、制度设计和信息平台等。上述成果,共整理汇编出 300 多本正式出版物。

培训包项目的实施具有如下特点:一是系统设计框架。项目成果涵盖了从标准、方案到教材、评价的一整套内容,成果之间紧密衔接。同时,针对职教师资队伍建设的基础性问题,设计了专门的公共基础研究课题。二是坚持调研先行。项目承担单位进行了 3 000 多次调研,深度访谈 2 000 多次,发放问卷 200 多万份,调研范围覆盖了 70 多个行业和全国所有省(区、市),收集了大量翔实的一手数据和材料,为提高成果的科学性奠定了坚实基础。三是多方广泛参与。在 39 个项目牵头单位组织下,另有 110 多所国内外高等学校和科研机构、260 多个行业企业、36 个政府管理部门、277 所职业院校参加了开发工作,参与研发人员 2 100 多人,形成了政府、学校、行业、企业和科研机构共同参与的研发模

式。四是突出职教特色。项目成果打破学科体系，根据职业学校教学特点，结合产业发展实际，将行动导向、工作过程系统化、任务驱动等理念应用到项目开发中，体现了职教师资培训内容和方式方法的特殊性。五是研究实践并进。几年来，项目承担单位在职业学校进行了1 000多次成果试验。阶段性成果形成后，在中等职业学校专业骨干教师国家级培训、省级培训、企业实践等活动中先行试用，不断总结经验、修改完善，提高了项目成果的针对性、应用性。六是严格过程管理。两部成立了专家指导委员会和项目管理办公室，在项目实施过程中先后组织研讨、培训和推进会近30次，来自职业教育办学、研究和一线管理的数十位领导、专家和实践工作者对成果进行了严格把关，确保了项目开发的正确方向。

作为“十一五”期间教育部、财政部实施的中等职业学校教师素质提高计划的重要内容，培训包项目的实施及所取得的成果，对于进一步完善职业教育师资培养培训体系，推动职教师资培训工作的科学化、规范化具有基础性和开创性意义。这一系列成果，既是职教师资培养培训机构开展教师培训活动的专门教材，也是职业学校教师在职自学的重要读物，同时也将为各级职业教育管理部门加强和改进职教教师管理和培训工作提供有益借鉴。希望各级教育行政部门、职教师资培训机构和职业学校要充分利用好这些成果。

为了高质量完成项目开发任务，全体项目承担单位和项目开发人员付出了巨大努力，中等职业学校教师素质提高计划专家指导委员会、项目管理办公室及相关方面的专家和同志投入了大量心血，承担出版任务的11家出版社开展了富有成效的工作。在此，我们一并表示衷心的感谢！

编写委员会

2011年10月

前 言

本书是教育部和财政部“中等职业学校教师素质提高计划”中“机械加工技术专业师资培训包开发项目(LBZD015)”的成果之一,可作为中等职业学校专业教师进修培训的教材,也可供中等职业学校教师在教学中参考。

本书主要运用项目教学法,选取典型的铣削加工零件,以实际生产过程的步骤进行加工工艺的分析,包括图样分析、材料加工特性的分析、选用加工机床的分析、装夹方式的确定与定位分析、选用加工刀具的分析以及加工参数的确定等。形成加工工艺卡,根据工艺卡编写程序卡,并对加工后的质量进行分析与检验。本书在编写时力求达到课程结构模块化、模块内容综合化,突出实践性、应用性、前瞻性,达到理论与实践一体化,可有效地帮助广大中等职业学校的教师尽快了解和掌握理实一体化的教学方法,提高教学能力。

本书由教育部、财政部组编,郑玉才任主编,邓春岩、梁忠平任执行主编。参加本书编写的人员有河北科技师范学院邓春岩、孙磊、陈芳、刘策、郑立新、刘盛韬,顺德梁銶琚职业技术学校梁忠平,湖北轻工职业技术学院张建平、洪凯,中铁山桥集团高级技工学校刘凡、宋希亮,唐山市丰南区职业技术教育中心宋维国,济南市历城职业中等专业学校吕金梁,秦皇岛市高级技工学校李智慧,唐山市玉田县职业技术教育中心杨良悦等。

全书由邓春岩、孙磊、刘策负责统稿,全书图、表、排版由陈芳负责。具体编写分工如下:

序号	姓名	工作单位	参与编写内容
1	邓春岩	河北科技师范学院	项目 1、2、3、7
2	陈芳	河北科技师范学院	
3	梁忠平	顺德梁銶琚职业技术学校	项目 5、6
4	刘凡	中铁山桥集团高级技工学校	项目 2、3、4
5	宋希亮	中铁山桥集团高级技工学校	
6	张建平	湖北轻工职业技术学院	项目 8

续表

序号	姓名	工作单位	参与编写内容
7	洪 凯	湖北轻工职业技术学院	项目 8
8	宋维国	唐山市丰南区职业技术教育中心	项目 8
9	吕金梁	济南市历城职业中等专业学校	项目 8
10	孙 磊	河北科技师范学院	项目 8
11	刘 策	河北科技师范学院	项目 7
12	刘盛韬	河北科技师范学院	项目 1
13	郑立新	河北科技师范学院	项目 8
14	杨良悦	唐山市玉田县职业技术教育中心	项目 1
15	李智慧	秦皇岛市高级技工学校	

本书在编写过程中得到了教育部、财政部有关领导，中等职业学校教师素质提高专家指导委员会各位专家，参编学校的主管领导，机械类各专业教师以及河北科技师范学院中等职业学校机械加工技术国培班各位学员，秦皇岛首钢长白机械厂李凯和项目成员郑玉才、刘长荣、肖念新等的大力支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

鉴于编者水平所限，以及时间、人力等因素制约，书中难免存在不妥之处，敬请广大教师和职业教育研究工作者提出宝贵意见。

编 者

2011 年 7 月

项目 1 铣床的认识与基本操作

- 任务 1 铣床的认识 / 1
- 任务 2 铣床的基本操作 / 8
- 任务 3 铣床刀具的认识与安装 / 14
- 任务 4 铣床的保养 / 21

项目 2 平面的铣削加工

- 任务 1 长方体的切断及铣削加工 / 24
- 任务 2 角度面的加工 / 50
- 任务 3 圆周刻线的加工 / 75

项目 3 键与槽的铣削加工

- 任务 1 键槽及沟槽的加工 / 84
- 任务 2 花键轴的加工 / 93
- 任务 3 V形槽的加工 / 107

项目 4 孔的加工

- 任务 1 垂直坐标单孔的加工 / 119
- 任务 2 孔距标注方向与基准平行的多孔工件加工 / 135
- 任务 3 孔距标注方向与基准不平行的多孔工件加工 / 142

项目 5 离合器与刀具齿槽的加工

任务 1 离合器的加工 / 150

任务 2 圆柱面直齿槽刀具的加工 / 164

任务 3 螺旋齿槽的加工 / 180

项目 6 齿轮的加工

任务 1 直齿圆柱齿轮的加工 / 193

任务 2 齿条的加工 / 216

任务 3 锥齿轮的加工 / 225

项目 7 数控铣床的认识与基本操作

任务 1 数控铣床的认识 / 247

任务 2 数控铣床(数控铣削加工中心)刀具与切削液的认识 / 260

任务 3 数控铣床(数控铣削加工中心)的基本操作 / 285

任务 4 数控铣床编程基本知识 / 298

任务 5 数控铣床的维护与常见故障的排除 / 315

项目 8 数控铣削加工

任务 1 平面、台阶面零件的编程与加工 / 320

任务 2 二维轮廓零件的编程与加工 / 331

任务 3 槽类零件的编程与加工 / 341

任务 4 三维轮廓零件的编程与加工 / 348

任务 5 配合零件的编程与加工 / 360

任务 6 薄壁零件的编程与加工 / 375

任务 7 复杂轮廓零件的编程与加工 / 386

任务 8 型腔类零件的编程与加工 / 397

任务 9 孔结构零件的编程与加工 / 409

参考文献 / 422

项目 1 铣床的认识与基本操作

任务 1 铣床的认识



技能点:

1. 铣床型号的识读。
2. 不同类别铣床的识别。
3. 铣床组成部分的识别。



知识点:

1. 铣床型号的编制规则。
2. 铣床的种类及功用。
3. 铣床的基本组成及特点。
4. 铣削加工的特点。

1.1 任务描述

通过对不同铣床的观察,了解铣床的基本结构,掌握铣床的分类和铣床型号的含义,熟悉典型铣床各组成部分的功用。在所观察到设备的图片中标示出主要部件、操作手柄的名称,通过查阅资料写出相应设备的技术参数。

1.2 铣床的种类与功用

铣床的种类很多,常用的有卧式升降台铣床、立式升降台铣床,分别如图 1-1、图 1-2 所示,主要用于单件、小批量生产中加工尺寸不大的工件。此外还有龙门铣床(图 1-3)、工具铣床(图 1-4)和各种专门化铣床。现在又出现了数控铣床,它具有适应性强、精度高、生产率高、劳动强度低等优点。

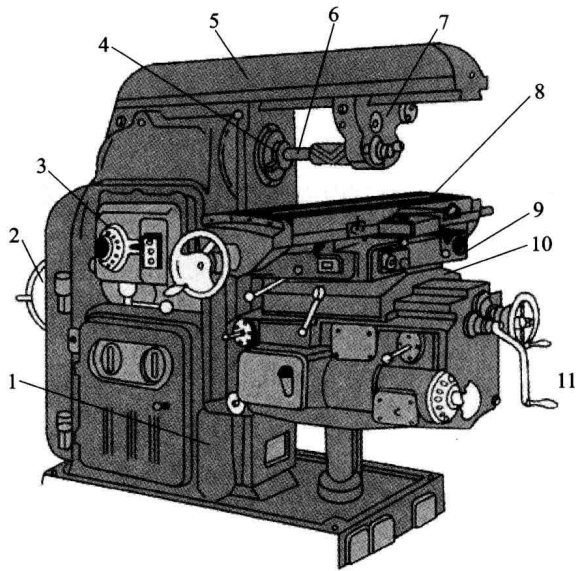


图 1-1 X6132 型卧式万能升降台铣床

1—床身底座；2—主传动电动机；3—主轴变速机构；
4—主轴；5—横梁；6—刀杆；7—吊架；8—纵向工
作台；9—转台；10—横向工作台；11—升降台

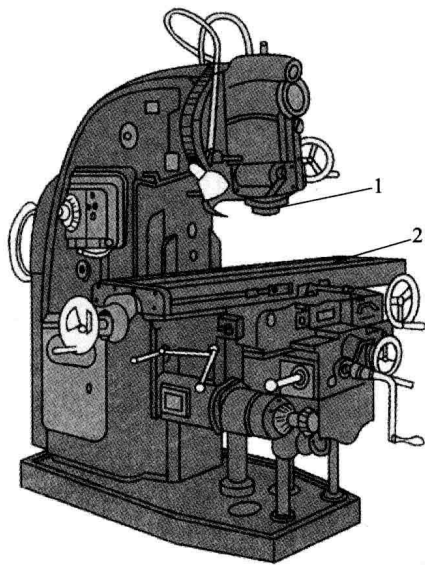


图 1-2 X5132 型立式万能升降台铣床

1—主轴；2—工作台

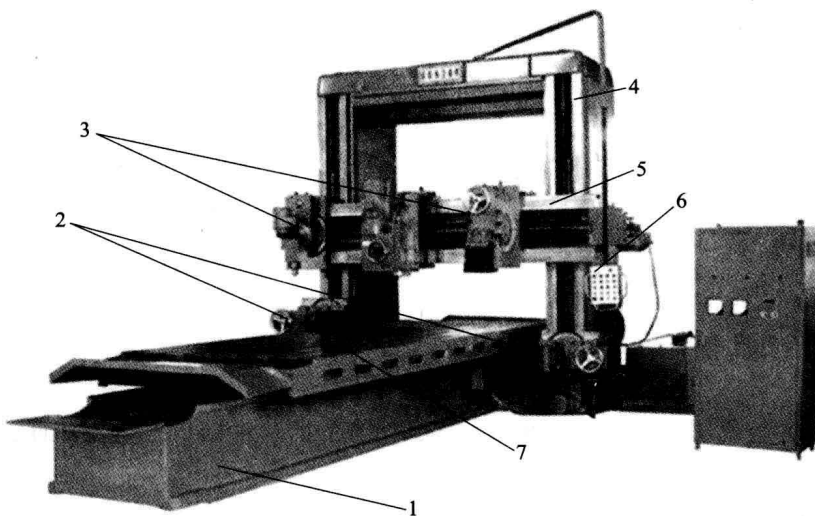


图 1-3 龙门铣床

1—床身；2—侧铣头；3—立铣头；4—立柱；5—横梁；
6—操作箱；7—工作台

以 X6132 型卧式万能升降台铣床为例，其主要技术参数见表 1-1。

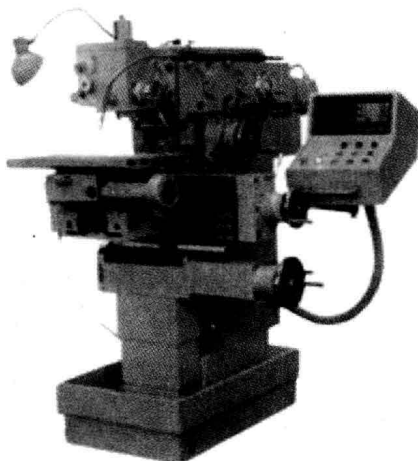


图 1-4 工具铣床

表 1-1 X6132 型卧式万能升降台铣床的主要技术参数

工作台面积(宽/mm × 长/mm)	320 × 1 250	
工作台最大行程/mm	手动: 纵向/横向/垂直	700/260/320
	机动: 纵向/横向/垂直	680/240/300
工作台最大回转角	± 45°	
T 形槽	槽数/槽宽/槽间距	3/18 mm/70 mm
主轴锥度	7:24	
主轴孔径/mm	29	
刀杆直径/mm	22、27、32	
主轴轴线至工作台面距离/mm	最大/最小	350mm/30mm
垂直导轨至工作台中心距离/mm	最大/最小	470mm/215mm
主轴轴线至横梁距离/mm	155	
主轴转速(18 级)/(r/min)	30 ~ 1 500	
工作台纵、横向进给量(18 级)/(mm/r)	23.5 ~ 1 180	
工作台垂直进给量(18 级)/(mm/r)	8 ~ 394	
工作台纵、横向快速移动速度/(mm/min)	2 300	
工作台垂直快速移动速度/(mm/min)	770	
主电动机功率 × 转速	7.5 kW × 1 450 r/min	
进给电动机功率 × 转速	1.5 kW × 1 450 r/min	
机床精度	加工表面平面度	100 μm/0.02 μm
	加工表面平行度	100 μm/0.02 μm
	加工表面垂直度	100 μm/0.02 μm
	加工表面表面粗糙度值 Ra	2.5 μm



试分析卧式、立式升降台铣床有哪些区别？

1.3 铣削加工的特点

铣床可以加工平面(水平面、垂直面等)、沟槽(键槽、T形槽、燕尾槽等)、多齿零件上的齿槽(齿轮、链轮、棘轮、花键轴等)、螺旋形表面(螺纹和螺旋槽)及各种曲面,如图1-5所示。铣床在结构上要求有较高的刚度和抗振性,因为一方面铣削是多刃连续切削,生产率较高;另一方面,每个刀刃的切削过程又是断续的,切削力周期性变化,容易引起机床振动。

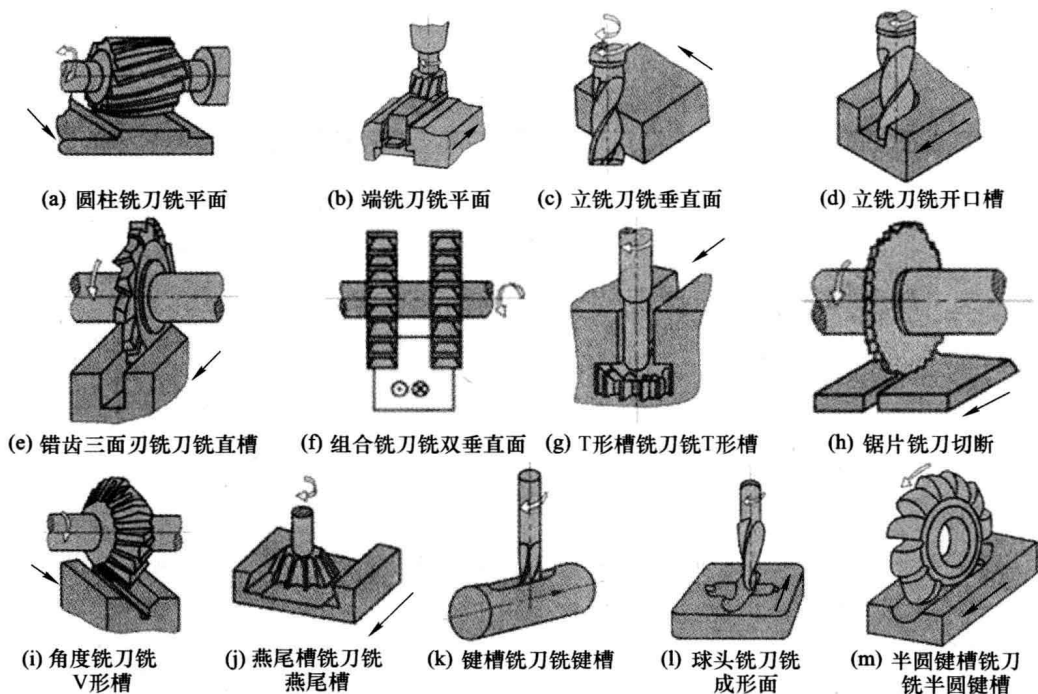


图1-5 铣床加工的范围

从图1-5所示的加工中找出哪些是卧式铣床加工的? 哪些是立式铣床加工的?

1.4 典型铣床——X6132

1.4.1 铣床型号的含义

铣床的型号不仅是一个代号,它还能反映铣床的类别、结构特征、性能和主要的技术规程。我国现行的机床型号按2008年颁布的《金属切削机床 型号编制方法》GB/T 15375—2008编制而成。铣床型号由汉语拼音字母和阿拉伯数字组成,简单编制方法如图1-6所示。

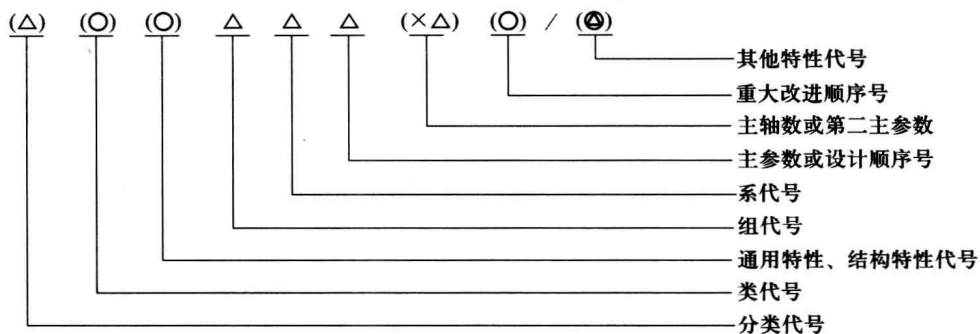


图 1-6 铣床型号表示方法

- 大写的汉语拼音字母；
- △——阿拉伯数字；
- ()——代号或数字，若无内容则可以省略，若有内容则不带括号；
- ⊕——大写的汉语拼音字母或阿拉伯数字或两者兼有。

铣床主参数用折算系数表示，一般铣床按工作台面宽度的 1/10 折算，龙门铣床按 1/100 折算。

例如：在型号 X6132 中，X 表示铣床，6 表示卧式铣床，1 表示万能升降台铣床，32 表示工作台宽度的 1/10，即工作台宽度为 320 mm。X6132 的旧编号为 X62W。



知识链接

机床的通用特性代号及铣床的 10 个分组见表 1-2、表 1-3。

表 1-2 机床的通用特性代号

通用特性	高精度	精密	自动	半自动	数控	加工中心 (自动换刀)	仿形	轻型	加重型	柔性加工单元	数显	高速
代号	G	M	Z	B	K	H	F	Q	C	R	X	S
读音	高	密	自	半	控	换	仿	轻	重	柔	显	速

表 1-3 铣床的 10 个分组

组别名称	仪表铣床	悬臂及滑枕铣床	龙门铣床	平面铣床	仿形铣床	立式升降台铣床	卧式升降台铣床	床身铣床	工具铣床	其他铣床
组别代号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

1.4.2 铣床的组成及其作用

(1) 床身 床身用来固定和支承铣床上所有的部件。电动机、主轴变速机构、主轴等安装在它的内部。

(2) 横梁 横梁的上面可安装吊架，用来支承刀杆外伸的一端，以加强刀杆的刚性。横梁可沿床身的水平导轨移动，以调整其伸出的长度。

(3) 主轴 主轴是空心轴，前端有 7:24 的精密锥孔，其作用是安装铣刀刀杆并带动

铣刀旋转。

(4) 纵向工作台 纵向工作台可以在转台的导轨上作纵向移动，以带动台上的工件作纵向进给。

(5) 横向工作台 横向工作台位于升降台上的水平导轨上，可带动纵向工作台一起作横向进给。

(6) 转台 转台的唯一作用是能将纵向工作台在水平面内扳转一个角度(正、反向最大均可转过 45°)，以便铣削螺旋槽等。

(7) 升降台 升降台可以使整个工作台沿床身的垂直导轨上、下移动，以调整工作台到铣刀的距离，并作垂直进给。

带有转台的卧式铣床，由于其工作台除了能作纵向、横向和垂直方向移动外，还能在水平面内正、反回转 45° ，因此称为万能卧式铣床。

1.4.3 X6132 的传动系统

X6132 型铣床的主轴传动系统是铣刀旋转运动的传动系统，如图 1-7 所示。其动力源为安装在床身后侧的主电动机，主电动机的旋转运动通过弹性联轴器传给变速箱中的轴 I，再经 26/54 的齿轮副传给轴 II，轴 II 的运动经 19/36 或 22/33 或 16/39 的齿轮副传给轴 III，轴 III 的运动经 28/37 或 18/47 或 39/26 的齿轮副传给轴 IV，轴 IV 的运动经 82/38 或

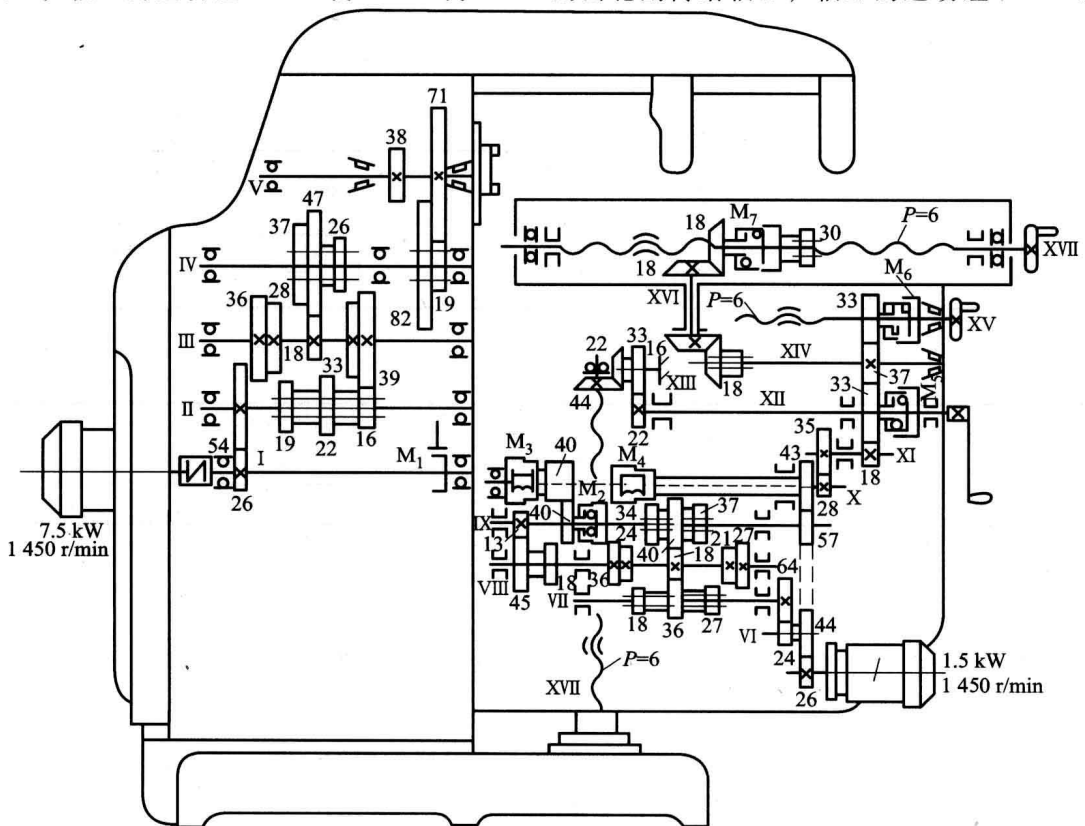


图 1-7 X6132 主轴的传动系统图